

일본공개특허공보 평 13-133418호(2001.05.18) 1부.

[첨부그림 1]

(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-133418

(P2001-133418A)

(13) 公開日 平成13年5月18日 (2001.5.18)

(51) Int. Cl.	優先番号	F I	特許 (参考)
G 0 1 N 21/068		G 0 1 N 21/068	A
G 0 1 B 11/24		G 0 1 B 15/00	B
15/00		G 0 1 N 13/10	E
G 0 1 N 13/10		G 0 6 T 1/00	3 0 5 A
G 0 6 T 1/00	3 0 5	7/00	2 0 0 C

審査請求 未請求 随時請求の段10 DL (全 10 式) 最終式に続く

(21) 出願番号 特開2000-234951(P2000-234951)

(22) 出願日 平成12年8月2日 (2000.8.2)

(31) 優先権主張番号 09/365583

(32) 優先日 平成11年8月2日 (1999.8.2)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 501381519

シュルンベルジェ テクノロジーズ イン

コーポレーション

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95134-2302 サンホセ, バイアック F

ライブ 160

(72) 発明者 ハミッド ケイ. アガジャン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

94303 バロ アルト, ウェスト ペイン

ハア 2452, ナンバー 7

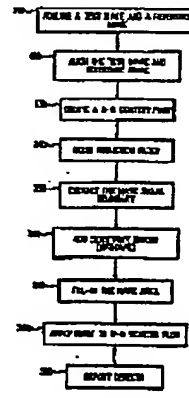
(74) 代理人 100065318

弁護士 内原 百

(54) 【発明の名称】 形状特長に基づく欠陥検出の方法及び装置

【課題】 半導体 ICデバイスの欠陥の検出において、同様の欠陥の検出を最小化するとともに、異なる欠陥の検出を可能にする。

【解決方法】 検出画像からの画像のグレーレベルを、参照画像からの対応画像のグレーレベルと対応させてプロットすることにより、二次元分散プロットを作成する。その分散プロットに適合性をフィルタ処理を適用して、マスク生成用に検出可能であり、検出可能なマスク形状を区画する。検出画像上の欠陥画像を、互いに対応する画像グレーレベル値と上記マスクとの比較により特定する。この発明の主要な用途は半導体 ICデバイス製造中の半導体ウェーハ欠陥の検出である。



[첨부그림 2]

[특許請求의範圍]

【請求項 1】欠陥を検出する方法であって、(a)検査対象の物体の第1の画像およびそれと隣接する第2の画像を生ずる過程と、(b)前記第1の画像を前記第2の画像と位置合わせする過程と、(c)前記第1の画像からの画像のグレーレベルを前記第2の画像からの対応の画像のグレーレベルと対応させてプロットすることにより第1のプロットを作成する過程と、(d)前記第1のプロットをフィルタ処理することにより第2のプロットを作成する過程と、(e)前記第2のプロットの形状により区画された部分を有するマスクを作成する過程と、(f)前記第1の画像に区画された欠陥を検出するように前記マスクを用いる過程とを含む方法。

【請求項 2】形態素フィルタを用いてフィルタ処理を行う請求項 1記載の方法。

【請求項 3】前記マスクの地図がユーザにより調節可能である請求項 1記載の方法。

【請求項 4】前記マスクの前記部分の円滑化のために移動平均フィルタを用いる過程をさらに含む請求項 1記載の方法。

【請求項 5】前記第2の画像をデータベースから得る請求項 1記載の方法。

【請求項 6】前記過程(c)および(d)のプロットをコンピュータに読み出し可能な媒体に格納する過程をさらに含む請求項 1記載の方法。

【請求項 7】請求項 1記載の方法の実行のためのプログラムを格納したコンピュータに読み出し可能な媒体。

【請求項 8】コンピュータに読み出し可能な媒体であって、

位置座標およびグレーレベルで与えられる複数の画像を各々が有する第1の画像およびそれと隣接する第2の画像を有するデータを含む複数の記憶位置と、

前記第1の画像からの画像のグレーレベルの前記第2の画像からの対応の画像のグレーレベルに対するプロットをフィルタ処理することにより作成したマスクを区画するデータを格納した複数の記憶位置を有するアレとを含むコンピュータに読み出し可能な媒体。

【請求項 9】前記フィルタ処理を形態素フィルタの利用により行う請求項 8記載の方法。

【請求項 10】前記第1の画像からの画像のグレーレベルの前記第2の画像からの画像のグレーレベルに対するプロットを円滑化するように移動平均アルゴリズムを用いる請求項 8記載の方法。

[発明의특징을설명함]

【発明의要する技術分野】本発明は概略的にはデジタル画像処理に関し、とくに画像比較技術を用いて半導体装置中の欠陥を検出するシステムおよび方法に関する。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】半導体ウェハ中の欠

陥の検出には画像比較技術が用いられる。通常は検査画像を取り込み、それを基準画像と比較する。これら二つの画像の間の差の検出およびそれらに基づいて欠陥の検出のために欠陥検出アルゴリズムを用いる。いわゆるランダム検出モードでは、第1のダイの画像を取り込み、次に同一ウェハ中の第2のダイの画像と比較する。アレ検査モードも同様に動作が連なり、ダイの一区画を同じダイの中で同一側面を有するもう一つの区画と比較する点がランダム検出モードと異なる。アレ検査モードは例えばメモリセルなど同一パターン反復構造のデバイスの検査に用いる。検査対象のウェハからの複数の画像を比較する代わりに、取り込んだ検査画像をデータベースからの既知の欠陥基準画像と比較して欠陥を検出することもできる。

【0003】図1は従来技術における欠陥検出方法を図解する。分析対象のウェハの形状特徴の検査画像および基準画像をそのウェハの互いに異なる区画から例えば慣用の電子ビーム画像化技術を用いて取り込む(ステップ110)。各画像は、その画像の中における位置および輝度またはグレーレベルで与えられる複数の画素からなる。画像処理におけるグレーレベルの利用はこの技術分野において周知であり、R.C. Gonzalez および R.E. Woods 共著「デジタル画像処理」(Addison-Wesley社1982年刊)の例えは第5章乃至第7章に記載されている。その記述をここに引用してその内容全部をこの明細書に組み入れる。次に、上記二つの画像を画素ごとに位置合わせして検査画像の中の形状特徴と基準画像の中の対応の形状特徴とを照合できるようにする(ステップ120)。次に、これら二つの画像のグレーレベルを減算することによって差分画像を発生する(ステップ130)。互いに等しいグレーレベルを有する対応の画素は減算により零となるので上記差分画像が基準画像と検査画像との間の画素グレーレベル偏差を表す。この差分画像の中の各画素のグレーレベルを計測し正規化したもの、図2の曲線200など一次元ヒストグラムにプロットする(ステップ140)。ヒストグラム200は上記差分画像の中で特定のグレーレベルを有する画素の数をプロットしたものである。例えば、ヒストグラム200はグレーレベル50の画素が上記差分画像の中に20,000個あることを示す。

【0004】上記二つの画像に欠陥がない場合でも検査画像の一つの画素が基準画像の中の対応画素と同じでないことがあり得る。例えば、物理的な環境の温度や、画像取り込み電子回路および信号経路における雑音や、単一画像中でグレーレベルの値に応じて変動する遅延などにより輝度変動が生じ得るからである。すなわち、上記差分画像の中の画素は欠陥の存在を示すとは限らない。この類似欠陥を真の欠陥から区別するために、差分画像の各画素を閾値と比較する(図1、ステップ150)。閾値を定めたグレーレベルを有する画素は欠陥

[첨부그림 3]

의欠缺を判定する。例えば、階級値が500であって第2面画の中の面画のグレーレベルが50である場合(すなわち、被検面画のグレーレベルと基準面画のグレーレベルとの差が50単位である場合)は、その面画は欠缺であると判定する(図1、ステップ150)。次に操作者は次の処理段階でダイを磨削する前にこの欠缺事後がダイの実際の欠缺を示すものであることを確認するために検証する。

【0005】与えられた被検面画について前述の図解を見出すことは重要であるが不正確なタスクである。階級値は、階級欠缺を識別しながら実際の欠缺を検出するように調整しなければならない。階級値が低いほど多くの階級欠缺が検出される。階級欠缺は、各欠缺事後につき検出が異なるので、前述図解に重畳を及ぼす。一方、階級値を広くすると、階級欠缺事後は異なるものの実際の欠缺が検出されないままになる可能性が高まる。

【0006】したがって、階級欠缺検出を最小に抑えながら実際の欠缺を確実に検出できる欠缺検出方法が必要になっている。

【0007】課題を解決するための手段 この発明の一つの実施例においては、第1の面画と第2の面画とを取り込んで位置合わせする。その第1の面画からの面画のグレーレベルを第2の面画からの対応の面画のグレーレベルと対応させてプロットすることにより第1の二次元分画プロットを作成する。次に、この第1の分画プロットのデータ点をフィルタ処理することにより第2の二次元分画プロットを作成する。この第2の分画プロットにマスクの形状のために抽出可能なマスク形状を生ずる。上記第1および第2の面画からの対応面画のグレーレベルを上記マスクと比較することにより欠缺を判定する。

【0008】**【発明の実施の形態】** この発明は磨削対象の一面の面画に面画階級値比較手法を適用することにより、上述の従来の階級欠缺検出方法の問題点を解決する。上述の面画に対して特定の階級値比較を適用する従来の技術の方法と対照的に、この発明の方法は面画対の面画に対応した同軸マスクを用いる。この説明は、電子ビーム比較検査システム、高解像フィールド比較検査システム、低解像フィールド比較検査システム、レーザ比較検査システム、原子顕微鏡測定(AFM)比較検査システムなど多様な面画形態適用領域に用いることができる。

【0009】図3はこの発明の実施例の方式の各ステップのフロー図である。ステップ10において、例えば半導体装置の被検面画と基準面画とを用いる面画取込み技術を用いて取り込む。この面画取込みは、この出願と同一出願人名の特許出願である特許2000-002020号「パターン形成するための半導体基板上における欠缺の検出」(平成12年1月7日提出)に記載した歩進式の面画取込みシステムを用いて達成することもでき、同出願

をここに参照してその記載内容を全部をこの明細書に組み入れる。

【0010】ステップ20において、上記被検面画および基準面画を位置合わせしてこれら両面画の間の対応面画比較を遂行できるようにする。この出願と同一出願人名の特許出願である特許2000-002019号「形状特徴に基づく欠缺検出方法および装置」(平成12年1月7日提出)に記載した特徴を含む多様な位置合わせ手法をこの発明と組み合わせる用いることができ、同出願をここに参照してその記載内容を全部をこの明細書に組み入れる。被検面画の中の形状特徴すべてを基準面画の中の各対応形状特徴と確実に比較できるようにするために上記位置合わせステップすなわちアライメントステップが必要である。

【0011】ステップ30を参照4A乃至図4Cにさらに詳細に図解する。図4Aは面画411-416を含む被検面画410を示す。これら面画の各々は面画上の位置とグレーレベルとによって定義される。例えば、面画413は $i=10$ 、 $j=30$ (すなわち(10,30))の位置にある。面画413のグレーレベルはこの図解では50としてある。表1は被検面画410の上記面画の各々についての座標位置およびグレーレベルを示し、表2は基準面画420の面画421-426の各々についての座標位置およびグレーレベルを示す。

面 画	位 置 (i, j)	グ レー レベル
411	(10, 10)	100
412	(10, 20)	150
413	(10, 30)	50
414	(20, 30)	180
415	(20, 20)	200
416	(20, 10)	250

面 画	位 置	グ レー レベル
421	(10, 10)	100
422	(10, 20)	150
423	(10, 30)	20
424	(20, 30)	150
425	(20, 20)	100
426	(20, 10)	0

図4Cは被検面画410と基準面画420との位置合わせを図解する。位置合わせした面画位置431は面画411および421を含み、位置合わせした面画位置432は面画412および422を含み、以下同様となる。

【0012】基準面画と被検面画とを位置合わせすると、両面画間の面画対面画対応が図知となる。被検面画からの一つの面画のグレーレベルを基準面画の中の対応の面画のグレーレベルと対応させて位置合わせするの各面画位置につきプロットすることによって、二次元(2D)分画プロットを作成する(図3、ステップ30)

[첨부그림 4]

0) . 図 4 C を例として用いて述べると、面番 411 のグレーレベルを面番 421 のグレーレベルに対応させてプロットし、面番 412 のグレーレベルを面番 422 のグレーレベルに対応させてプロットし、以下同様とする。

る。位置 431-436 についてステップ 330 を実行すると図 9 に示すデータが得られる。その結果得られた二次元分散プロット 500 を図 5 に示す。

位置 番号	面番		座標 (x, y, z)
	参照面番 クレーンレベル	被検面番 クレーンレベル	
431	100	100	(100, 100)
432	150	150	(150, 150)
433	50	50	(50, 50)
434	180	150	(180, 150)
435	200	100	(200, 100)
436	250	0	(250, 0)

表 3 は位置合わせ済みの面番位置 434、435 および 436 が多様なグレーレベルを呈し、したがって欠陥の存在を示していることを表す。一方、位置合わせ済みの面番位置 431、432 および 433 は、これら位置における被検面番および参照面番のグレーレベルが等しいので、欠陥ではない。分散プロット 500 (図 5) は欠陥の存在に関する情報をもたらす。互いに等しいグレーレベルの位置合わせ済み面番位置はすべて分散プロット 500 において仮想直線 501 により表示できる。仮想直線 1 の勾配は、被検面番面番のグレーレベルが参照面番中の対応面番のグレーレベルに等しいので 1 である。プロットされる位置が仮想直線 501 から離れるほどグレーレベルの相違が大きくなり、その位置に欠陥が

存在する確率が二乗する。分散プロット 500 において、位置 434、435 および 436 は仮想直線 501 沿いになく欠陥の存在を示している。この図面においては、二次元 (2D) 分散データの座標を面番位置座標 (i, j) から区別するために (x, y, z) で表示する。例えば、位置合わせ済み面番位置 435 は位置 (200, 100) の 2D 分散プロットデータとして定義する。

(0010) 二次元分散プロットをコンピュータプログラムで実装化する類似符号を下に示す。この類似符号ではグレーレベル値はメモリアレー変数 (分散) でプロットされる。

```

/* PSEUDO CODE FOR CREATING A 2D SCATTER PLOT */
Acquire Reference Image;
Acquire Test Image;
Align Test Image to Reference Image;
Create A 256x256 Image named Scatter;
Initialize Scatter to 0;

Do for i = 1 to NumRows
  Do for j = 1 to NumCols
    p1 = Reference(i,j);
    p2 = Test(i,j);
    Scatter(p2,p1) = 1;
  }
}
Plot Scatter as an Image;
/* END OF PSEUDO CODE */

```

上述の 2D 分散プロットはこの出図と同一出図人名義の米国特許出願第 09/365,317 号「欠陥検出のための二次元分散プロット手法」にも記載しているため、同出願をここに引用してその内容全体をこの明細書に組み入れる。

(0014) 図 5乃至図 8 は図 4 に示した実施例のステップ 310、320 および 330 の要約図解である。図 6 は欠陥 601 を含むウェーハから使用の手法で取り込んだ被検面番 600 である。参照面番 700 (図 7) を

取り込んだのも被検面番 600 と位置合わせする。被検面番からの面番グレーレベルと参照面番の対応面番のグレーレベルと対応させてプロットすることにより、2D 分散プロット 800 (図 8) を作成する。この分散プロットは手計算で作成でき、またプログラムしたコンピュータを用いても作成できる。分散プロット 800 のデータは各色背景の中を白い点で示す。図示の直線 801 は被検面番面番と参照面番面番とが同じである位置合わせ済み面番位置を示す。例えば、被検面番 600 が

[첨부그림 5]

距離 900と同じである場合は、分散プロット 800のデータ点はすべて距離 901上にある。

【0015】分散プロット 800は、被検画像および被検画像の中の欠陥 901の距離も入れた全要素についてのグレースケール距離を含む。上述のとおり、データ点の位置が距離 901から遠いほどそのデータ点が欠陥の存在を示している確度が減し、この説明の方法は、この情報を利用して、欠陥画像と被検画像との区別のために分散プロット 800に距離できるマスクを形成する。このマスクを外れたデータ点は欠陥事後と判定する。

【0016】このマスクの抽出または境界を見出すために、分散プロット 800のデータ点に距離抽出フィルタ処理を適用する(図3, ステップ 340)。この距離抽出フィルタは、例えば形態学フィルタなど多様な種類の距離抽出フィルタで構成できる。形態学フィルタはこの技術分野で周知であり、S. Janne 著「デジタル画像処理の概念、アルゴリズムおよび科学的応用」(Springer Verlag 社 1991年刊)第11章および R. C. Gonzales および R. E. Woods 共著「デジタル画像処理」(Addison-Wesley 社 1982年刊)第8章にも記載されているのでこれらを利用してその内容全部をこの明細書に組み入れる。形態学フィルタ処理はマスク形状を画するように分散プロット 800のデータ点を「圧縮」し「浄化」する。図 9Aに示した20分散プロット 950は分散プロット 800に形態学フィルタ処理を適用した結果である。この分散プロット 950はマスク形状 900を示す。

【0017】境界抽出はマスク形状の境界データ点の各々の位置を指定するデータ処理である(図3, ステップ 350)。マスク形状 900の境界抽出のための一つのアルゴリズムは次のとおりである。

マスク形状抽出アルゴリズム

(a1) 図 9Bに示すとおり、分散プロット 950の左上角から右下角に延びる距離 901を描く。

(a2) 距離 901から境界点までの垂直距離の測をたどる二つのアレーを作成する。それらアレーの片方を「上側」と表示する。「上側」アレーは距離 901の上側(すなわち矢印 902で示した領域)の境界点の上記垂直距離の測をたどるのに用いる。上記アレーの他方、すなわち「下側」アレーは距離 901の下側(すなわち矢印 903で示した領域)の境界点の上記垂直距離の測をたどるのに用いる。垂直距離の測を距離 901から境界点 905に延びる距離 904の長さとして図 9Bに示してある。もう一つの垂直距離の測を距離 901から境界点 907に延びる距離 908の長さとして図示してある。

(a3) 「上側」および「下側」アレーの構成要素全部を距離 901に初期化する。

(a4) 分散プロット 950上の座標位置 (x, y, gray) の各々についてその座標にデータ点があるか否かをチェックする。データ点がある場合は下記

ステップ(a5)乃至(a9)に進み、ない場合は分散プロット上の次の位置に動く。図 9, 図 9Aおよび図 9Bにおいて、データ点は灰色背景に白い点で示してある(すなわち、データ点または距離 1の点は白い点で示し、データなしの点または距離 0の点は黒い点で示してある)。すなわち、図 9Bの暗色の部分はデータ点を含んでいないので無視する。

(a5) 分散プロット位置がデータ点を含む場合は距離 901からの垂直距離 Dderr を算出する。また、このデータ点の一次元 (1D) 距離プロフィールに近い位置、Profile を算出する。一次元 (1D) 距離プロフィールについてはさらに後述する。Profile は $Profile = (gray + rgray) / 2$ (式 1) で算出できる。

(a6) 座標 (x, y, rgray) が距離 901の上側にある場合は Dderr は正の値とし、下側にある場合は負の値とする。

(a7) Dderr が「上側」アレーの要素 Rprofile に画像中の上記垂直距離よりも大きい場合は「上側」アレーの要素 Rprofile に Dderr を書き換える。

(a8) Dderr が「下側」アレーの要素 Rprofile に画像中の上記垂直距離よりも小さい場合は「下側」アレーの要素 Rprofile に Dderr を書き換える。

(a9) 上記ステップをデータ点全部について繰り返す。

【0018】上述のマスク形状抽出アルゴリズムの実行時には「上側」および「下側」アレーはマスク形状境界点の垂直距離を含む。これら垂直距離の値および対応の Rprofile を図 10Aに示した 1D 距離プロフィールの作成に用いる。曲線 1010は「上側」アレーの要素 Rprofile に書換した垂直距離のグラフであり、曲線 1020は「下側」アレーについての同様のグラフである。この抽出したマスク形状の検算をさらに明確にするために、例えば、移動平均アルゴリズムを用いて距離プロフィール 1000をさらに円滑化することもできる。移動平均アルゴリズムは R. V. Oppenheim および R. E. Schaffer 共著「離散的時信号処理」(Prentice-Hall 社 1989年刊)に記載されていて周知であるので、同文を参照してその内容全部をこの明細書に組み入れる。図 10Bに示した距離プロフィール 2000は上述の距離プロフィール 1000に移動平均アルゴリズムを適用した結果得られたものである。曲線 1030および 1040はそれぞれ曲線 1010および 1020の移動平均である。

【0019】ユーザがマスクの範囲を変更できるようにするために、抽出したマスク形状に距離マージンを使用することもできる(図3, ステップ 360)。ユーザの選択した距離の値を抽出マスク形状の計測またはオフセットに用いることもできる。図 10Cの曲線 1050は

[첨부그림 6]

曲線 1030의 각점에 해당값 *value*를 추가한結果를 표시. 곡線 1050는曲線 1040의 각점에서 *value*를 추가한結果를 표시.

【0020】 抽出したマスク形状의 境界內의 座標點すべてに 補填することによってマスク参照用テーブルを作成する(図9, 스텝370). 抽出したマスク形状의 補填のためのアルゴリズム을 図28의 分散プロット950を用いて図解する.

マスク形状補填アルゴリズム

(b1) 二次元分散プロット *Mscatter*를 作成する. *Mscatter*의 すべての 데이터點을 座標1に設定する.

(b2) 分散プロット950의 位置 (*icray*, *rcray*)의 各々につき上記의 式1を用いて *Rprofile*를 算出し, 垂直距離 *Depth*를 得る.

(b3) 図108に示した距離 프로파일 2000 (垂直マージンを用いた場合は図109に示した距離 프로파일)に *Rprofile*および *Depth*를 分散プロットする. 点 (*Rprofile*, *Depth*)가 曲線 1030および 1040에 囲まれている場合は *Mscatter*의 位置 (*icray*, *rcray*)를 座標0にリセットする. それ以外の場合は分散プロット950의 次の位置 (*icray*, *rcray*)에 移れる.

(b4) 上述의 스텝을 位置全部について繰り返す.

【0021】 上述의 알ゴ리즘により 図110의 *Mscatter* 1100가 得られる. *Mscatter* 1100는 二次元分散プロット中の 欠陥點의 抽出に使える 마스크 1110을 含む. 마스크 1110의 内側의 點はすべて 座標0である. 図12は分散プロット800에 重疊した 마스크 1110을 示す. 마스크의 外側의 데이터點はすべて 欠陥事後と判定する.

【0022】 欠陥의 抽出に 마스크 1110を用いる一つの 알ゴ리즘は次のとおりである.

マスクを用いた欠陥抽出アルゴリズム

(c1) 補填面像および基準面像의 重疊すべてについて, 対応의 그레이 레벨 *icray*および *rcray*를 それぞれ計測する.

(c2) *Mscatter* 1100의 位置 (*icray*, *rcray*)가 座標0であれば, それはその位置가 마스크의 内側にありしたがって欠陥事後はないことを示す. 補填面像および基準面像의 次の面像について繰り返す.

(c3) *Mscatter* 1100의 位置 (*icray*, *rcray*)가 座標1であれば, それはその位置가 마스크の 外側にあり欠陥があることを示す. 欠陥事後を 報告する.

(c4) 補填面像および基準面像의 面像對すべてについて繰り返す.

【0023】 特許의 參考資料はこの發明의 実施例のしかたの他の例を示す. この參考資料はこの發明의 方法의 0 프로그램言語によるソースコードを示す. このコードは欠陥検査システムに適用の形で結合したコンピュータもしくはプロセッサまたは欠陥検査システムの一部を構成するコンピュータもしくはプロセッサによって実行する. それらシステムがこのソースコード, 演算結果として得られるプロット, マスクなどをコンピュータに格取可能なメモリに通常留保することはもちろんである. 表4はこの發明의 方法의 各ステップと上記參考資料のソースコードとの間の対応關係を示す.

表 4

0言語で 示した機能	參考資料 의 頁番	ステップ	注 釈
hist200	B/3	320	2D分散プロット
hist 200 open	A/3	340	形態素フィルタ
hist_200_1bprofile	A/4	350	1D 프로파일을 抽出し 參數平均을 適用
hist_200_fitbound	A/5	360, 370	垂直マージンおよびマスク
hist_200_thr esh	A/6	380	補填 欠陥事後抽出にチェック (閾値比較)

図13乃至15はこの發明의 方法의 効果를 さらに示す. 上述의 알ゴリズム의 스텝(01)乃至(04)を用いて分散プロット800上の欠陥を抽出するように *Mscatter* 1100を用いると, 図13に示した欠陥マップ1300が得られる. なお, 欠陥マップ1300は 1000面像600 (図6)의 欠陥601을 正しく判定している.

【0024】 図14は直線 1401および 1402で画した所定の閾値を分散プロット800에 適用した結果를 図解する. 所定の閾値의 利用は上記米国特許出願第09/355, 517号に記載してあるので, 同出願をさらに参照してその内容全体をこの説明書に組み入れる. 直

[첨부그림 7]

【1401および1402】に示されていない値は欠陥率と判定する。図15は上述の値を分散プロット800に適用して得られた欠陥マップを示す。なお、欠陥601の補正に至らない多数の遅延欠陥が検出されていたことは注目されたい。

【1025】この明細書の記載は説明を目的とするものであって限定を意図するものではないことを理解されたい。この説明の範囲と本意を逸脱することなく多数の実形が可能である。この説明の範囲は特許請求の範囲の各請求項の文意のみによって解釈されなければならない。

【図1】従来の技術における欠陥検出方法の流れ図。

【図2】従来の技術における一次元ヒストグラム生成。

【図3】本発明の一実施例の方法の各ステップの説明図。

【図4】図4A-図4Cは本発明によるアライメントステップの説明図。

【図5】本発明による二次元分散プロットを示す図。

【図6】ウェーハから得られた検体画像を示す図。

【図7】ウェーハから得られた基準画像を示す図。

【図8】本発明による二次元分散プロットを示す図。

【図9A】図9の二次元分散プロットに形態学フィルタ処理を適用した結果を示す図。

【図9B】図8の二次元分散プロットに形態学フィルタ処理を適用した結果を示す図。

【図10A】本発明による一次元距離プロファイルを示す図。

【図10B】本発明による一次元距離プロファイルを示す図。

【図10C】本発明による一次元距離プロファイルを示す図。

【図11】本発明によるマスクを示す図。

【図12】フィルタ処理なしの二次元分散プロットに重畳したマスクを示す図。

【図13】適応型マスクを用いて得られたウェーハ欠陥マップを示す図。

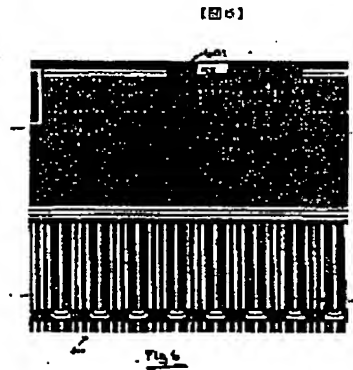
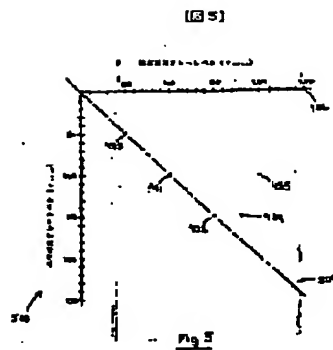
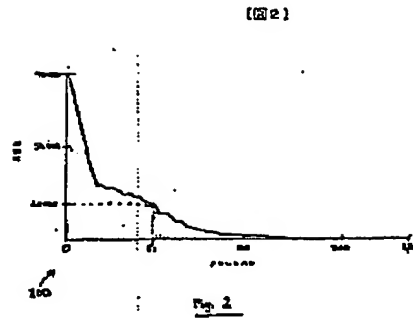
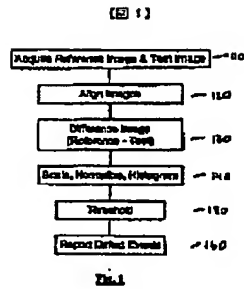
【図14】フィルタ処理していない二次元プロットに重畳した所定の閾値を示す図。

【図15】所定の閾値を用いて得られたウェーハ欠陥マップを示す図。

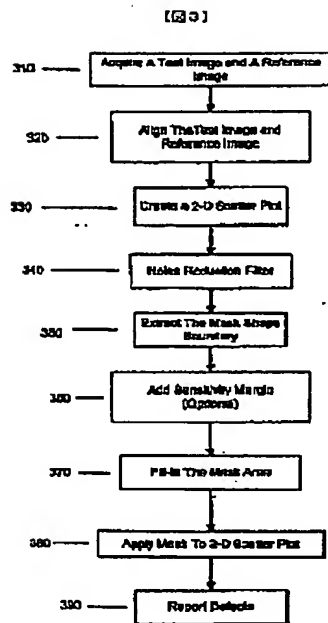
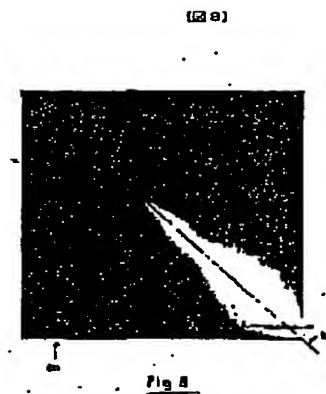
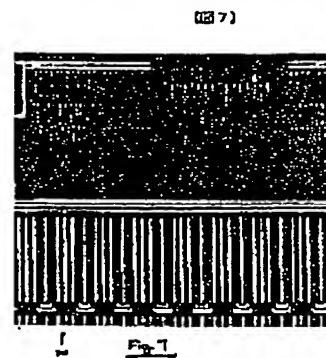
【符号の説明】

図1	
110	基準画像および検体画像を取り込む
120	画像を位置合わせする
130	差分画像(検体画像-基準画像)
140	計測、正規化、ヒストグラム作成
150	距離比較
155	欠陥率を知らせる
図3	
310	検体画像と基準画像とを取り込む
320	それら検体画像と基準画像とを位置合わせする
330	2D分散プロットを作成する
340	適応型フィルタ処理に掛ける
350	マスク形状境界を抽出する
360	距離マージンを計算する(オプション)
370	マスク領域をぼかす
380	2D分散プロットにマスクを適用する
390	欠陥を知らせる
200	ヒストグラム生成
410	検体画像
420	基準画像
411-416, 421-426	画素
431-436	位置合わせした画素位置
501	検体画像
600	検体画像
700	基準画像
800, 900	分散プロット
900	マスク形状
901	画素
905, 907	境界点
1000, 2000	距離プロファイル
1100	マスク
1300	欠陥マップ

[첨부그림 8]



[첨부그림 9]

**Fig. 3**

[첨부그림 10]

(5) 4]

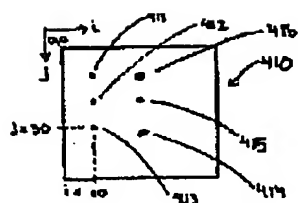


Fig. 4a

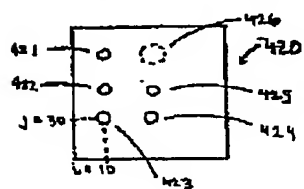


Fig 48

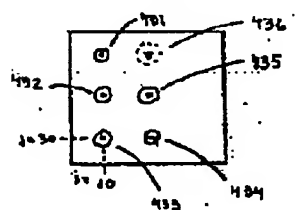


Fig. 4c

[첨부그림 11]

[圖 9A]

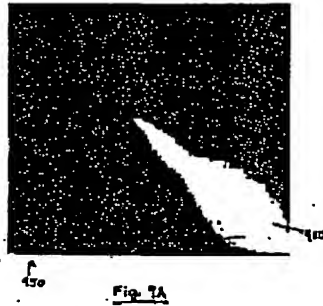


Fig. 9A

[圖 9B]

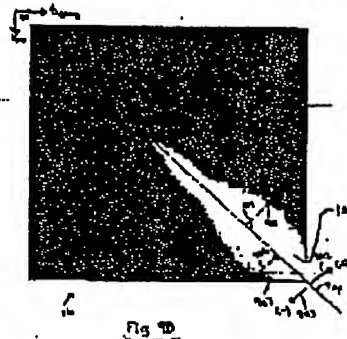


Fig. 9B

[圖 10A]

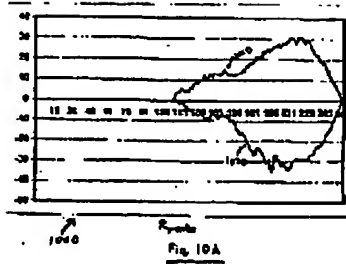


Fig. 10A

[圖 10B]

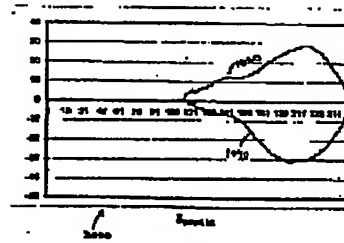


Fig. 10B

[图 10 12]

[图 10 0]

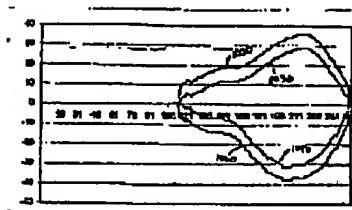


Fig. 100

[图 1 1]

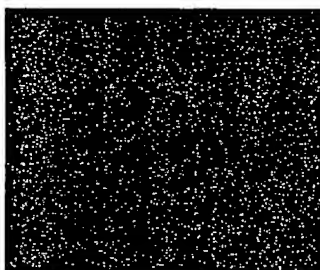


Fig. 11

[图 1 2]

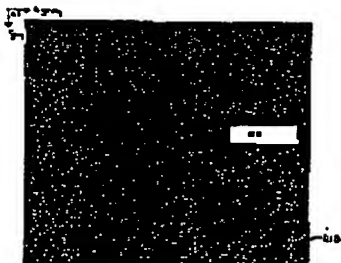


Fig. 12

[图 1 3]

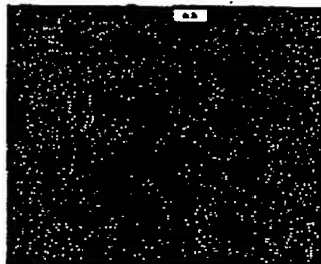
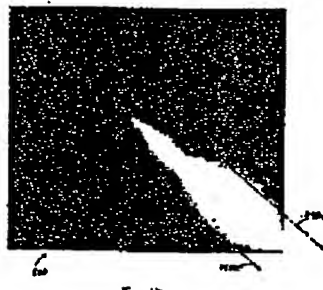


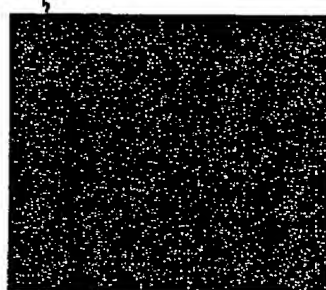
Fig. 13

[첨부그림 13]

[圖 14]



[圖 15]



【平紋修正部】

【提出日】平成12年8月9日(2000. 8. 9)

【平紋修正1】

【修正対象画像名】明暗画

【修正対象項目名】0011

【修正方法】変更

【修正内容】

【0011】ステップ020を図4A乃至図4Cにさらに修正を加える。図4Aは画像411-416を含む領域画像410を示す。これらの画像の各々は画像上の位置とグレーレベルとによって区別される。例えば、画像413は $i=10$, $j=30$ (すなわち(10, 30))の位置にある。画像413のグレーレベルはこの図解では50としてある。表1は領域画像410の上記画像の各々についての座標位置およびグレーレベルを示し、表2は領域画像420の画像421-426の各々についての座標位置およびグレーレベルを示す。

表 1

画 素	座 標 (i, j)	グ レー レベル
411	(10, 30)	100
412	(10, 30)	150
413	(10, 30)	50
414	(10, 30)	100
415	(10, 30)	150
416	(10, 30)	200

表 2

画 素	座 標 (i, j)	グ レー レベル
421	(10, 30)	100
422	(10, 30)	150
423	(10, 30)	50
424	(10, 30)	100
425	(10, 30)	150
426	(10, 30)	200

図4Cは領域画像410と領域画像420との位置合わせを回報する。位置合わせした画像位置431は画像411および421を含み、位置合わせした画像位置432は画像412および422を含み、以下同様となる。

【平紋修正2】

【修正対象画像名】明暗画

【修正対象項目名】0012

【修正方法】変更

【修正内容】

【0012】領域画像と領域画像とを位置合わせする

[첨부그림 14]

と、両面像間の面素対面素対応が明瞭となる。該対面素像からの一つの面素のグレーレベルを該対面素像の中の対応の面素のグレーレベルと対応させて位置合わせずみの各面素位置につきプロットすることによって、二次元(2D)分散プロットを作成する(図4、ステップ300)。図4Cを例として用いて述べると、面素411のグレーレベルを面素421のグレーレベルと対応させて

プロットし、面素412のグレーレベルを面素422のグレーレベルと対応させてプロットし、以下同様とする。位置431-436についてステップ330を実行すると図5に示すデータが得られる。その結果得られた二次元分散プロット500を図5に示す。

表 3

位置合わせずみの面素位置	面素位置	面素位置	面素
431	432	433	(100, 100)
432	433	434	(150, 150)
433	434	435	(50, 50)
434	435	436	(100, 150)
435	436	437	(150, 100)
436	437	438	(50, 150)

表3は位置合わせずみの面素位置434、435および436が各異なるグレーレベルを呈し、したがって欠陥の存在を示していることを表す。一方、位置合わせずみの面素位置431、432および433は、これら位置における対面素像および面素像のグレーレベルが等しいので、欠陥ではない。分散プロット500(図5)は欠陥の存在に関する情報をもたらす。互いに等しいグレーレベルの位置合わせずみ面素位置はすべて分散プロット500において仮想直線501により表示できる。仮想直線1の方程式は、該対面素像のグレーレベルが該対面素像中の対応面素のグレーレベルに等しいので、1である。プロットされる位置が仮想直線501から離れるほどグレーレベルの偏りが大きくなり、その位置に欠陥が存在する確率が上がる。分散プロット500において、位置434、435および436は仮想直線501沿いになく欠陥の存在を示している。この説明書においては、二次元(2D)分散データの座標を面素位置座標(1, 1)から区別するために(Gray, x, y)で表示する。例えば、位置合わせずみ面素位置

435は位置(200, 100)の2D分散プロットデータ点として定まる。

【事項修正3】

【修正対象項名】 明細書

【修正対象項目名】 0023

【修正方法】 変更

【修正内容】

【0023】 添付の参考資料はこの発明の実施例のしかたの他の例を示す。この参考資料はこの発明の方法のプログラム言語によるソースコードを示す。このコードは欠陥検査システムに使用の形で結合したコンピュータもしくはプロセッサまたは欠陥検査システムの一部を構成するコンピュータもしくはプロセッサによって実行する。それらシステムがこのソースコード、実行結果として得られるプロット、マスクなどをコンピュータに読取可能なメモリに通常面素することはもちろんである。表4はこの発明の方法の各ステップと上記参考資料のソースコードとの間の対応関係を示す。

[첨부그림 15]

표 4

구분 구분명	구분 구분명	구분 구분명	구분 구분명
Min_200	4/3	200	200회 프로토타입
Min_200_sch	4/3	200	가장 빠른 프로토타입
Min_200_ChiefD	4/4	200	가장 빠른 프로토타입을 선택
Min_200_History	4/3	200, 200	가장 빠른 프로토타입을 선택
Min_200_Threshold	4/3	200	가장 빠른 프로토타입을 선택

표 1과 표 5는 이 방법의 효과를 보여준다. 위의 알고리즘의 단계 (1) ~ (4)를 사용하여 프로토타입 2000의 오류를 줄이도록 M-Cell 100을 사용하면, 표 1에 표시된 오류

를 줄여 1300이 된다. 오류를 줄여 1300은 표 5에 표시된 오류를 줄여 1300이 된다.

[수정표지]

[출판일] 2000년 12월 4일 (2000. 12. 4)

[수정방법] 변경

a)

[수정내용]

[수정표지]

[수정대상항목] 200

[수정대상항목] 200

[표 2]

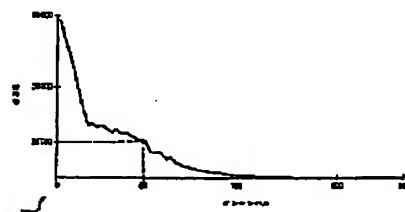


표 2

[표 5]

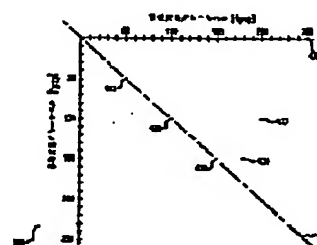


표 5

[첨부그림 16]

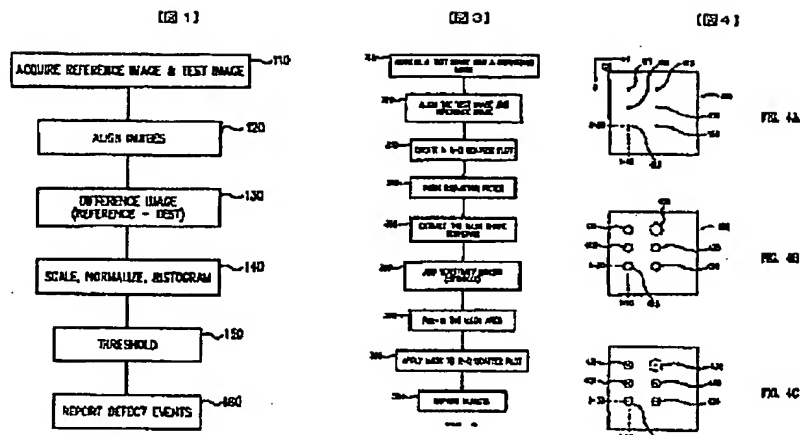
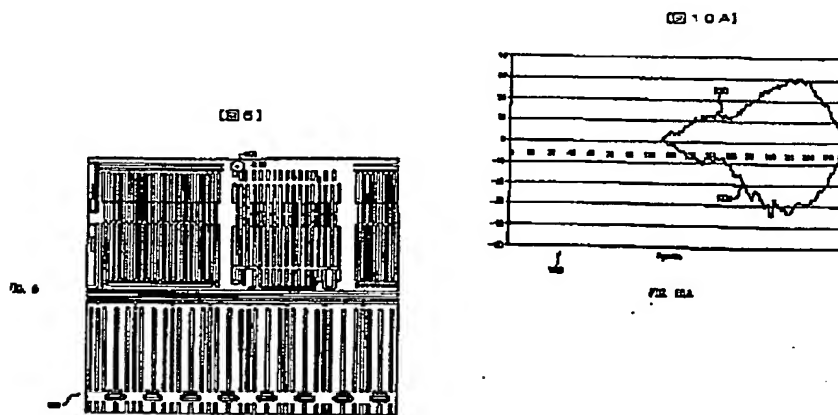
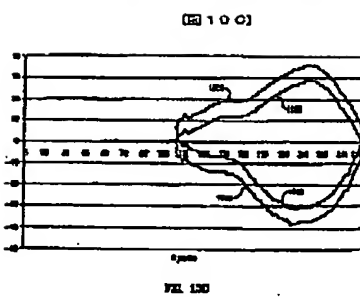
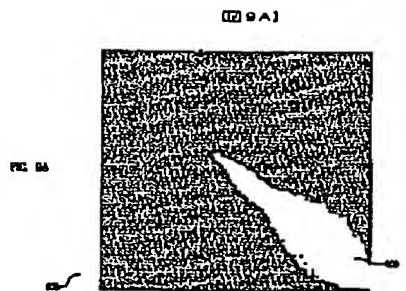
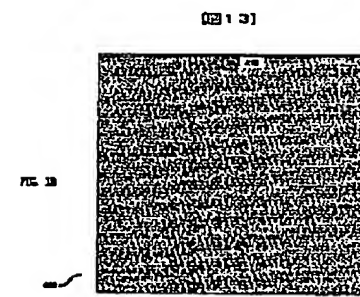
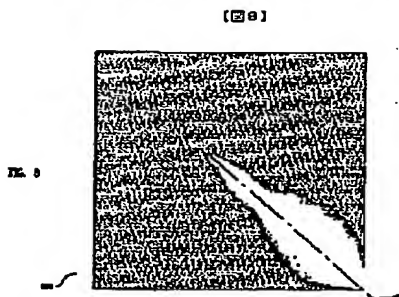
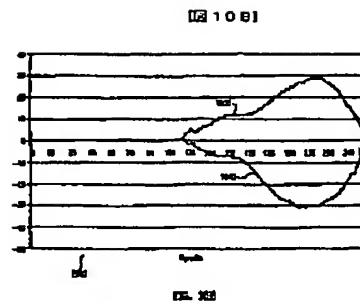
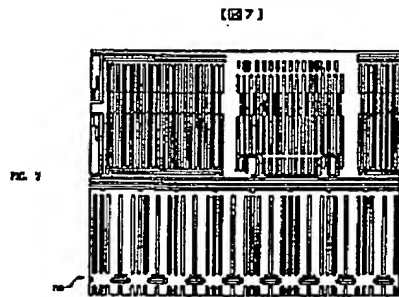


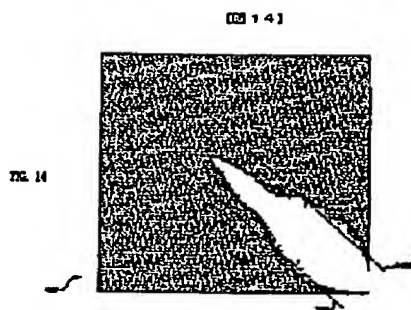
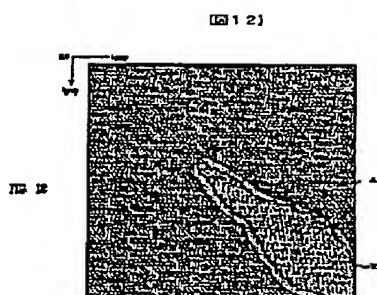
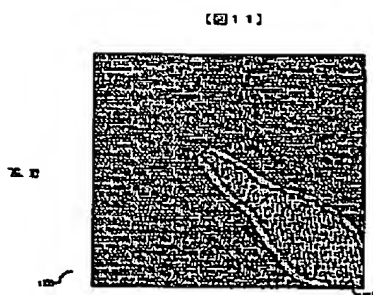
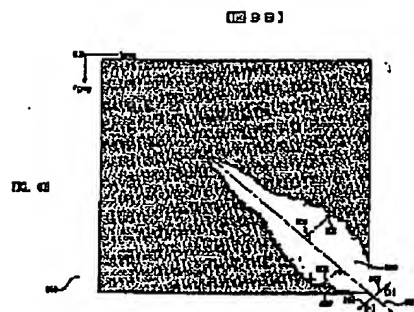
FIG. 1



[첨부그림 17]



[첨부그림 18]



[첨부그림 19]

[215]



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード (参考)

G 0 6 T 7/00

2 0 0

H 0 1 L 21/66

J

H 0 1 L 21/66

G 0 1 N 23/225

// G 0 1 N 23/225

G 0 1 B 11/24

F